

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-092667

(43)Date of publication of application : 17.04.1991

(51)Int.Cl.

F16H 61/02
F02D 29/00
F16H 59/66
// F16H 59:48

(21)Application number : 01-229639

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 05.09.1989

(72)Inventor : TOKORO SETSUO
TAKADA MITSURU

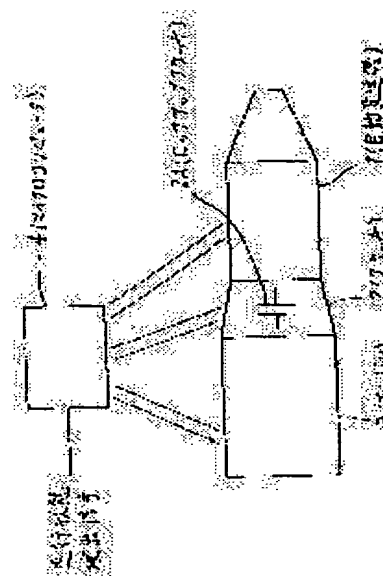
(54) GEAR SHIFT CONTROL DEVICE FOR MULTISTAGE AUTOMATIC TRANSMISSION

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform excellent control of gear shift in consideration of a road gradient by a method wherein fuzzy computation is made on a degree, at which a control rule is satisfied at each speed, according to a logic formula by which a degree to satisfy a subrule paying consideration to the road gradient is predetermined.

CONSTITUTION: A microcomputer 4 calculates a road gradient from acceleration of a vehicle and an output from an engine 3. A rule satisfied at each speed of an automatic transmission 1 is formed with a plurality of subrules containing a subrule paying consideration to the road gradient. A degree at which a control rule is satisfied is determined by performing fuzzy computation of a degree, at which a subrule is satisfied, according to a predetermined logic formula.

According to the degree, shift is effected to a speed at which a control rule is most satisfied. Excellent control of gear shift paying consideration even to a road gradient can be effected in formation extremely matching the will of a driver.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-92667

⑬ Int. Cl. 5

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月17日

F 16 H 61/02
F 02 D 29/00
F 16 H 59/66
// F 16 H 59:48

H 8814-3 J
7713-3 G
8814-3 J
8814-3 J

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全14頁)

⑮ 発明の名称 有段自動変速機の変速制御装置

⑯ 特 願 平1-229639

⑰ 出 願 平1(1989)9月5日

⑱ 発 明 者 所 節 夫 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 発 明 者 高 田 充 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑳ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
㉑ 代 理 人 弁理士 牧野 剛博 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

有段自動変速機の変速制御装置

2. 特許請求の範囲

(1) 有段自動変速機の変速制御装置において、

車両の加速度を求める手段と、

エンジン出力を求める手段と、

前記車両の加速度とエンジン出力とから路面勾配を求める手段と、

各変速段で満たすべき制御ルールを、少なくとも路面勾配を考慮したサブルールを含む複数のサブルールによつて構成する手段と、

該制御ルールが満たされる度合を、前記サブルールを満たす度合を予め定めた論理式に従つてブーリアン演算することによつて求める手段と、

該制御ルールが最も満たされる変速段にシフトする手段と、

を備えたことを特徴とする有段自動変速機の変速制御装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明は、複数の変速段間の切換えを自動的に行うように構成した有段自動変速機の変速制御装置の改良に関する。

【従来の技術】

歯車変速機構と複数の摩擦係合装置とを備え、油圧制御装置を作動させることによつて前記摩擦係合装置の係合を選択的に切換え、複数の変速段のうちのいずれが達成されるように構成した車両用の有段自動変速機は既に広く知られている。

このような車両用有段自動変速機は、一般に、運転者によつて操作されるシフトレバーと、車速を検出する車速センサと、エンジン負荷を反映していると考えられるスロットル開度を検出するスロットルセンサとを備え、シフトレバーのレンジに応じ、予め設定された車速及びスロットル開度の変速マップに従つて前記摩擦係合装置の係合状態を選択的に切換えるように構成してある。

前記変速マップは、例えば、第15図に示されるようにして設定されている。現在、車速 n_1 、

スロットル開度 θ_1 のA地点(第4速段)で走行しているときに、アクセルペダルが踏み込まれてスロットル開度が θ_2 になると、マップ上の位置がB地点にまで移動し、自動変速機は第3速段に変速されることになる(4→3の破線参照)。

従来の有段自動変速機の変速は、このような構成を基本とし、該変速マップにおける変速点(変速ラインのマップ上の位置)を走行条件に応じて適宜移動するようにしていた。この変速マップの変更(あるいは補正)に関する開示は従来多数行われている。

例えば、特開昭62-63251において、自動変速機の油温を検出し、車速センサからの信号を該油温によつて補正し、低油温時は同一スロットル開度に対して変速ラインを高速側に移動(補正)し、逆に高油温時は低速側に移動するような技術が開示されている。これにより、エンジンの暖機があまり進んでいないような状況下においてはエンジンを比較的高回転状態に維持させるような変速を行うことができ、暖機促進と円滑な走

行を行うことができる。

又、特公昭48-9729においては、操舵角によつて変速マップを切換える技術が提案されている。これにより、操舵角が大きいときはダウンシフトの発生を抑え、運転者の意図せぬ駆動力の増強が行われないように構成することができる。

又、特開昭62-37549においては、路面傾斜を検出し、該路面傾斜の程度に応じた変速走行ができるように変速マップを変更・補正する技術が開示されている。

更に、特開昭63-101549においては車両の加速度状態に応じて変速制御を行うように変速マップを変更する技術が開示されている。

しかしながら、このような従来の変速制御にあつては、種々の走行条件(上記技術の場合、油温、操舵角、路面傾斜あるいは車両の加速度)とドライバーの要求とを考慮した最適な変速段を得るため、その都度スロットル開度と車速とによる変速マップを補正しなければならないという問題があつた。

- 3 -

即ち、考慮する走行条件の入力信号に相当する分だけ最適な変速段を得るための別の変速マップを持つか、あるいは該入力信号の補正等によつて基本変速マップの内容を補正するかしなければならず、そのための記憶容量の増大、あるいは変更・補正分の制御フローの増大により装置が複雑化するという問題があつたものである。

又、基本概念があくまで車速及びスロットル開度の変速マップをベースとし、この変速マップから変速段を得るものであつたため、直接目標の変速段を制御フローに組込むことができず、多くの補正の結果、得られた変速マップ(=該変速マップによつて決定される変速段)が必ずしも運転者の要望する変速段と合っていないことがあるという問題があつた。

具体的に言うと、前述したように油温が低いときには自動変速機の変速点は高速側に移動され、エンジンが高回転状態で始めてアツプシフトが行われるように補正される。又、路面傾斜が急なときも動力性能を確保するために同様な補正が行わ

- 4 -

れる。従つて、もし油温が低く、且つ路面傾斜がきつときは、これらの補正が相乗され、エンジンがかなり高回転状態とならないと変速を行わないという状態が発生することになる。

又、例えば前記操舵角が所定値以上のときに不意の駆動力増強を防止するためにダウンシフトを禁止するという制御と前記路面傾斜が急なときに駆動力を増強するためにダウンシフトさせるという制御とが重なつた場合は、どのように対処したらよいかというような問題も発生する。

又、例えばアクセルが所定値以上踏まれている状態で、車両加速度が所定以下、且つ車重が所定値以上の条件が成立したときにはダウンシフトさせるという制御を行わせようとした場合、車重がどんなに重いときであつても車両加速度が与えられた閾値より僅かに低いときにはシフトダウンが実行されないことになり、運転者の現実の要求とは離れたものになってしまう。

この種の相互干渉は、走行条件による補正制御が多様複雑化する程、無視できなくなるが、実現

- 5 -

-488-

- 6 -

的には全ての干渉を円滑に解消するのは至難である。

近年、自動変速機における変速制御をより高度化するために種々の走行条件による変速マツプの補正制御を多く取入れるようになった。しかしながら、このような補正制御を多く取入れれば取入れるほど、結果として実際に行われる変速制御が運転者の現に要望する変速制御からずれてしまうという皮肉な結果をもたらすことも見出されるようになって来たのである。

このような問題に対し、特開昭63-246546においては、各種検知手段からの信号から予め設定されたメンバシツプ関数に基づいてファジー推論を行つて変速比を決定する技術が提案されている。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この特開昭63-246546にて開示されている方法は、ファジー推論を用いてはいるが、変速段を決定するための制御ルールを評価するのに当つて、その基礎となる個々のサ

ブルーールの処理を単に and 結合するだけの簡易な発想しか有していなかつたため、複雑な制御ルールを構築するには未だ充分ではないという問題があつた。

例えば、この特開昭63-246546では、路面の勾配を考慮していないため、充分な駆動力やエンジンプレーキ感の提供等の観点において不十分であるという問題があつたが、路面の勾配を変速制御に採り入れる場合、変速段やアクセル開度との関係等、他の要素とのバランスを考慮しないとそのために頻繁なシフトが発生したりすることもある。そのため前記特開昭63-246546に開示されたような簡易な方法では、路面の勾配を考慮した制御は（これを実行しようとしても）なかなか難しいという問題が潜在的にあつたのである。

本発明は、このような従来の問題に鑑みてなされたものであつて、路面勾配の変化まで考慮して頻繁にシフトが行われたり、あるいはエンジンプレーキが十分に効かなかつたりする不具合を防止

- 7 -

しながら、特定の閾値を境に極端に異なる制御が行われるのではなく、運転者の意図にできるだけ近い変速制御を行うことのできる有段自動変速機の変速制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

本発明は、有段自動変速機の変速制御装置において、車両の加速度を求める手段と、エンジン出力を求める手段と、前記車両の加速度とエンジン出力とから路面勾配を求める手段と、各変速段で満たすべき制御ルールを、少なくとも路面勾配を考慮したサブルールを含む複数のサブルールによつて構成する手段と、該制御ルールが満たされる度合を、前記サブルールを満たす度合を予め定めた論理式に従つてファジー演算することによつて求める手段と、該制御ルールが最も満たされる変速段にシフトする手段と、を備えたことにより、上記目的を達成したものである。

【作用】

最適な変速段を決定するのは、基本的にはドライバーの意思であり、自動変速制御は、ドライバ

- 8 -

ーの意思を推論して自動的に変速段を決定する作業であると言える。

従来の方法、即ち車速及びスロットル開度の二次元の変速マツプを用いた方法、あるいは走行条件によりこれを補正する方法は、あくまでドライバーの意思を間接的に推論するものであつた。即ち、変速マツプの中にドライバーの意思が間接的に表現されていると捉え、あくまでこの変速マツプを基本として変速が行われたのである。

即ち、第15図を用いて既に説明したように、例えばスロットル開度が θ_1 から θ_2 に増強され、車速が v_1 であつた場合に第4速段から第3速段へのダウンシフトが行われるが、これはドライバーから直接4→3のダウンシフトが要求されているわけではなく、そのときの走行条件での種々の要素が考慮された結果選択された変速マツプによれば、4→3のダウンシフトを行えば最もドライバーの要求に合致していると判断するわけである。

ドライバーの意思を判断・推論する条件が少なければ、例えば車速及びスロットル開度だけなら

- 9 -

- 10 -

ば、この2つの条件によつて決定される変速マップにより該ドライバーの意思をある程度推論できるが、走行条件による補正・変更によつて該変速マップ自体が不確定に変更されるようになってくると、この方法により種々の走行条件とドライバーの要求との関係をマッチングさせるのは極めて困難になる。

これは、ベースとなる変速マップが、元々、ドライバーの意思を「間接的」にしか表現していないためである。

本発明では、知識工学 (Knowledge Engineering: 人間の行う知的な情報処理をコンピュータ上で実現しようとする人工知能研究の一分野) を応用し、ドライバーの要求・意思 (変速段の決定) を直接「制御ルール」として表現する。制御ルールは複数のサブルール (走行特性条件) から構成される。

制御ルールがどの程度満たされるかという判断は、該制御ルールを構成するサブルールの満たされる度合を予め定められた論理式に従つて論理演

— 11 —

算することによつて各変速段の制御ルールの満足度を判断するようにしているため、各サブルールから制御ルールを評価する際の論理演算の設定の仕方によつて個々の要素の優劣を考慮することができ、全体としてバランス良く路面勾配を変速段の設定に反映させることができるのである。

又、この論理演算を行う際にファジー工学を応用するようにしているため、路面勾配を車速とエンジン出力とから求めていることと相俟つて、センサ系のコストを低減することができるようになる。又、ある特定の閾値を境にサブルールが1あるいは零に決定されてしまうことがないため、より人間の感覚に近い変速段を設定することができるようになる。

【実施例】

以下、図面に基づいて本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図～第3図に本発明の実施例のシステム構成図の概略を示す。主となる制御対象は自動変速機1内の (複数の) 変速制御弁204 (第3図)

算することによつて行う。このように予め定められた論理式に従つて論理演算しているが故に、どんなに複雑且つ多量のサブルールがあつてもそれを総合的にバランスさせ得る。

変速段は制御ルールの演算結果に従つて決定される。その結果、ドライバーの要求・意思はあくまで直接的に新たな変速段の要求として反映されるようになり、且つ、多くの走行条件による補正はサブルールの設定の仕方や各サブルールの論理演算の設定の仕方によつて個々の優劣がバランス良く考慮され、全体としてそのときに採用されるべき最も適した変速段が直接的に決定されることになる。

即ち、本発明で考慮する路面の勾配のような要素は、ただ単にこれのみでシフトダウンやシフトアップを行うのは適当ではなく、多くの場合、変速段やスロットル開度、あるいは車速との関係でシフトアップやシフトダウンに反映されるべきものである。

本発明では、複数のサブルールを論理演算する

— 12 —

である。変速制御弁204とは、複数の摩擦係合装置203の特定の組合わせに対して選択的に油圧を供給し、特定の变速段を達成するための切換え弁のことである。この変速制御弁204は、従来、マイクロコンピュータ4によつてオン・オフが制御される電磁弁 (図示せず) によつて切換え制御されるようになっていた。この変速制御弁204の切換えにより、所定の摩擦係合装置203に選択的に係合油圧が供給され、意図する変速段が達成される。

本発明においては、変速段が決定された後に該決定された変速段を達成するための具体的な構成については、従来のものをそのまま用いることができる。

自動変速機の変速段達成のメカニズムとしては、遊星歯車装置と摩擦係合要素とを組合わせたタイプやマニュアルトランスミッションの変速機構を自動的に行わせるようにしたもの等があるが、本発明の適用に関しては、自動変速機の変速段達成のメカニズムのタイプについては特に限定される

— 13 —

— 490 —

— 14 —

ことはなく、従来採用されている多くの自動変速機のメカニズムに適用できる。

クラッチ 2 (第 1 図) は、自動変速機 1 とエンジン 3 との動力伝達を断続するものである。このクラッチ 2 は、例えば電磁粉体クラッチのように、電氣的に制御可能なものであれば、変速段の決定と共に総合的に制御することもできる。又、クラッチ 2 が流体クラッチ、あるいはトルクコンバータであつた場合に、これにロックアップクラッチ 2A が付設されているときは、該ロックアップクラッチ 2A の係合については本発明を発展させ、変速段の制御と共に総合的に制御するようにすることもできる。

又、第 1 図には図示していないが、サスペンション制御、4 輪操舵制御、4 輪駆動制御、トラクション制御、あるいはブレーキ制御等を本発明と組合わせるのは当然可能である。

第 2 図はこの実施例のマイクロコンピュータ 4 の入出力信号の例を示している。図示されていない他の信号の例としては、舵角、車重、タイヤ回

転数、車輪駆動トルク、タイヤ空気圧、路面摩擦係数等があるが、いずれも本発明に不可欠な信号ではない。

第 3 図は変速段及びトルクコンバータ 2 のロックアップクラッチ 2A を制御する場合のブロック図を示す。

ブロック 200 は、車速、アクセル開度等の信号により、変速段及びロックアップクラッチ 2A の制御信号を出力する部分 (マイクロコンピュータ 4 の一部) を示している。このブロック 200 は、従来の方法では、変速マップに基づいて変速段を決定計算していたが、本発明ではこれから述べるように制御ルールに基づいた論理演算でこの作業を行うようにしている。

ブロック 202 はトルクコンバータ 2 内のロックアップクラッチ 2A の制御弁を示している。ブロック 204 は、変速制御弁を示している。この制御弁 202 及び 204 (或いはこれらを制御する電磁弁) は、従来用いられているものと同一である。

— 15 —

なお、ブロック 200 においては、入力信号として車速、アクセル開度のみが示されているが、前述したような種々の入力信号が実際には入力されている。

第 4 図では、第 3 図のシステムの発展例を示している。

この第 4 図では、変速段、ロックアップクラッチ 2A の制御の他に、エンジンスロットル (エンジン出力) を制御するようにしている。一般に、エンジンの出力は、アクセルペダルにリンクしてエンジンのスロットルバルブの開度が変えられることにより制御されるようになっている。しかしながら、ドライバーがどのような要求をしているかを直接エンジン及び自動変速機の制御に反映させるには、アクセルペダルにリンクしてスロットル開度をオープン制御するだけでは不十分である。即ち、ドライバーはアクセルペダルを踏む場合、より加速することを望んでいると考えられるが、その代表的な物理量は駆動トルクであると考えられる。従つて、アクセルの踏み方から目標駆動トル

— 16 —

クを確定し、この目標駆動トルクとなるようにエンジンのスロットルバルブの開度を (アクセルペダルとは独立した) スロットルアクチュエータによつて制御するのが最も効果的である。

第 4 図のブロック図は、これを具現化するシステムのブロック図を示しているものである。

第 4 図において、ブロック 300 は車速 V 及びアクセル開度 θ_{acc} から目標車両駆動トルク T_{D*} をマップ又は演算によつて求める。このマップの例としては、例えば第 6 図に示されるようなものが採用できる。

ブロック 302 では、求められた目標車両駆動トルク T_{D*} と、車速 V 等の信号により、変速段及びロックアップクラッチの制御信号を出力する。

この実施例では路面勾配を含む種々の条件に対応した制御ルールの論理演算によりこの変速段を選択するようにしている。この具体的な選択方法については後に詳述する。なお、このブロック 302 において、車速 V 、目標車両駆動トルク T_{D*} の他に前述したような種々の入力信号を用いて

— 17 —

— 491 —

— 18 —

もよいことは言うまでもない。

ブロック304では、目標車両駆動トルク T_D^* を出力するための目標スロットル開度 θ^* を該目標車両駆動トルク T_D^* 、エンジン回転速度 N_e 、当該変速段のギヤ比 ρ 、及びロックアップクラッチの係合信号等により求める。即ち、目標車両駆動トルク T_D^* をギヤ比 ρ で割るとエンジントルク T_e を求めることができる（ロックアップクラッチが係合している場合）。あるエンジン回転速度 N_e で、あるエンジントルクを出力できるスロットル開度（目標スロットル開度 θ^* ）はエンジンの出力特性から事前に求めておくことができる。従つて目標車両駆動トルク T_D^* から目標スロットル開度 θ^* が求められる。なお、ロックアップクラッチ2Aが係合していないときは、該ロックアップクラッチ2Aのスリップ率が考慮される。

合算点306においては、目標スロットル開度 θ^* と実際のスロットル開度 θ との偏差が演算される。

— 19 —

いて、変速段を決定するために制御ルールを判定するときの手順を示す。

この実施例の場合、全ての変速段に関して制御ルールの満たしている「度合」を求め、最も満たしている「度合」の高い変速段を目標変速段とするようにしている。

以下、各ステップ毎に順に説明する。

ステップ100:

各種信号、ここでは車速 V 、アクセル（スロットル）開度 θ_{ac} 、エンジン回転数 N_e 、エンジン吸気管圧力 P_i 、及び現在のトータルギヤ比（デファレンシャル等のギヤ比を含むギヤ比） R_g を読込む。

ステップ102:

エンジントルク T_e を推定する。この推定は例えば第7図に示されるようなエンジン回転数 N_e と吸気管圧力 P_i のマツプから求める。なお、このエンジントルク T_e はトルクセンサ等によつて直接検出してもよい。

ステップ104:

— 21 —

ブロック308では、この偏差に基づいてスロットルアクチュエータが制御される。

このようなシステムを採用することにより、ドライバーの意思を目標車両駆動トルク T_D^* の形で具現することができ、且つ、この目標車両駆動トルク T_D^* を達成すべく、アクセルペダルとは独立したスロットルアクチュエータによりエンジン3が積極的に制御されることになる。

なお、前述したように、本発明においては、基本的には前記第3図で説明したシステムで充分であり、このエンジン出力をスロットルアクチュエータによつてフィードバック制御する構成は必ずしも必要ではない。

又、ブロック300の目標車両駆動トルク T_D^* の計算においても、前述第3図のブロック200と同様に、車速、アクセル開度の他に種々の入力信号を用いたり、あるいは入力信号を変換したもの、例えばアクセル変化速度、車速の微分値等を用いるようにしてもよいのは言うまでもない。

第5図に、前記ブロック200又は300にお

— 20 —

車両の加減速の基礎となる車両駆動トルク T_D を演算する。演算例としては、次の(1)～(4)式に示されるようなものが採用できる。

$$T_D = T_e \times R_g \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$T_D = T_e \times R_g \times f_s (V/N_e) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$T_D = T_e \times R_g \times f_s (V/N_e) - C_1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$T_D = T_e \times R_g \times f_s (V/N_e) - C_1 - f_0 (V) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$T_D = T_e \times R_g \times f_s (V/N_e) - C_2 V^2 - C_4 \quad \dots\dots\dots (4')$$

ここで(2)式の $f_s (V/N_e)$ は、(1)式の右辺をトルクコンバータの速度比で補正したものである。又、(3)式における C_1 は、(2)式の右辺を駆動系のロストルク（定数）で補正したものである。更に、(4)式の $f_0 (V)$ は、(3)式の右辺を走行抵抗によつて補正したものである。この走行抵抗 $f_0 (V)$ は、 $C_2 + C_3 V^2$ と置くことができるため、 $C_1 + C_2$ を C_4 と置くことにより、(4)式を(4')式のように

— 22 —

に変形することができる。

ステップ106:

車両加速度 g を演算する。この演算は、車速 V から例えば(5)式に基づいて行われる。

$$g = C_5 \times dV / dt \quad \dots\dots\dots (5)$$

ステップ108:

路面勾配 α を計算する。この計算には例えば(6)～(8)式を用いることができる。

$$\alpha = C_6 \times T_D - C_7 \times g \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\alpha = C_{10} \times \tan^{-1} \sin^{-1} (C_8 \cdot T_D - C_9 \cdot g) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\alpha = C_{11} \cdot g \quad \dots\dots\dots (8)$$

但し、(8)式はアクセルが全閉時で T_D が零と見做せるときにのみ用いることができる。

このように、路面勾配 α を車両加速度 g とエンジン出力(車両駆動トルク T_D)とから演算することにより、特に路面勾配センサ等を用いることなく路面勾配を推定でき、これを突進制御に反映させることができる。

ステップ110～116:

— 23 —

第1速段で最大どの程度まで出力できるかについては、エンジン特性により事前にわかっている。従つて、これが目標車両駆動トルク T_D^* より上回つていれば、当該第1速段で目標車両駆動トルク T_D^* を出力することになる。このサブルール A_1 を満たす度合 γ_{A_1} は、目標車両駆動トルク T_D^* の関数 $f_A(T_D^*)$ として、第8図のようにして定められる。なお、このように「度合」を表わす関数をメンバシップ関数と言う。

サブルール B_1 : [エンジン回転速度 N_e が目標回転速度 N_e^* に近い]

例えば目標車両駆動トルク T_D^* が比較的小さかった場合は、第1速段から第4速段までのどの変速段においてもこれを出力することができる。従つて、このうちでどの変速段が一番好ましいかを選択する必要がある。サブルール B_1 はこれを決定するためのものである。このサブルール B_1 を満たす度合 γ_{B_1} は、目標エンジン回転速度 N_e^* の関数 $f_B(N_e^*)$ として、例えば第9図のようにして決定される。

— 25 —

各変速段(第1速段～第4速段)における各制御ルールの満足度を計算する。

ステップ112の $\gamma(i)$ は、変速段を i にするときの制御ルール $R(i)$ の満足度を示している。この場合、 $0 \leq \gamma(i) \leq 1$ であり、全く満たしていなければ $\gamma(i) = 0$ 、完全に満たしていれば $\gamma(i) = 1$ 、とされ、その他はその満たしている「度合」に応じて $0 > \gamma(i) > 1$ の特定の値が求められる。

まず、ステップ110で $i=1$ と置かれ、第1速段における制御ルール $R(1)$ の満足度 $\gamma(1)$ が演算される。第1速段における制御ルール $R(1)$ は、例えば次のようなサブルール $A_1 \sim C_1$ から構成される。

《第1速段とするとときに満たすべき

制御ルール $R(1)$ 》

サブルール A_1 : [目標車両駆動トルク T_D^* を出力できる]

目標車両駆動トルク T_D^* の求め方は既に説明した通りである(第6図参照)。

— 24 —

なお、目標エンジン回転速度 N_e^* は、この実施例では目標馬力(目標車両駆動トルク $T_D^* \times$ 車速 V に比例)をパラメータとして求めている。その例を第10図に示す。ここでは与えられた目標馬力 P_s^* に対して、燃費率、エンジンの安定状態、ノッキング等を考慮してこれらを最適に満たす N_e^* をマップ化している。

サブルール C_1 : [エンジン回転速度 N_e が許容範囲内にある]

このサブルール C_1 は、いわゆる「ガード」のためのものである。エンジン回転速度 N_e が低過ぎると、著しい場合にはエンジンストールを誘引し、逆に高過ぎるとオーバーランとなるため、これを防ぐものである。このサブルール C_1 を満たす度合 γ_{C_1} は、エンジン回転速度 N_e の関数 $f_C(N_e)$ として第11図に示されるように定められる。

変速段を第1速段とするときの制御ルールにおけるサブルールは以上のように決定されており、総合的に満たすべき制御ルール $R(1)$ は、

— 26 —

$R(1) = A_1 \text{ and } B_1 \text{ and } C_1$
で表わされる。

以上の説明から明らかなように、変速段を第1速段とするときに満たすべき制御ルール $R(1)$ を構成するサブルールの中に路面勾配 α に関するサブルールが存在しない。これは、第1速段にするときは、ギヤ比が大きいため、路面勾配 α の大小は、変速制御に関する限りほとんど影響ない(影響を与えない方が妥当)と考えられるためである。

フアジー工学によれば、「and」は、代数積(通常の掛算)と定義されたり、あるいはミニマム演算と定義されたりするが、今、この「and」を代数積と定義した場合、変速段を第1速段とするときの制御ルールを総合的に満たす度合 $\tau(1)$ は、次のように表わされる。

$$\tau(1) = \tau_{A1} \times \tau_{B1} \times \tau_{C1} \cdots 101$$

≪第2速段とするときに満たすべき

制御ルール $R(2)$ ≫

第2速段とするときに満たすべき制御ルールは、

— 27 —

ブルールに相当しており、定性的には、アクセルが全閉であつて路面勾配 α が下り方向に非常に大きいときに第4速段(オーバードライブ段)から第3速段へのシフトダウンさせようとするものである。

この制御は次のようなサブルールを設けることによつて実現できる。

サブルール D_3 : [現変速段が第4速段である]

サブルール E_3 : [アクセルが全閉である]

サブルール F_3 : [路面勾配が下り方向に大]

このサブルール D_3 を満たす度合 τ_{D3} は、変速段 i の関数 $f_D(i)$ として第12図に示すように定められる。

又、サブルール E_3 を満たす度合 τ_{E3} は、アクセル開度 θ_{ac} の関数 $f_E(\theta_{ac})$ として第13図に示すように定められる。

更に、サブルール F_3 を満たす度合 τ_{F3} は、路面勾配 α の関数 $f_F(\alpha)$ として第14図に示すように定められる。

変速段を第3速段とするときの制御ルール R

基本的に第1速段とするときに満たすべき制御ルールと全く同一であり、ただ、サブルール A_2 に関しては目標車両駆動トルク T_{D^*} が、サブルール B_2 に関しては目標回転速度 N_{e^*} が、サブルール C_2 に関しては許容範囲を示す閾値がそれぞれ第2速段用に定められる。

第2速段とするときの制御ルール $R(2)$ を総合的に満たす度合 $\tau(2)$ は、次式のように表わされる。

$$\tau(2) = \tau_{A2} \times \tau_{B2} \times \tau_{C2} \cdots 102$$

≪第3速段とするときに満たすべき

制御ルール $R(3)$ ≫

第3速段とするときに満たすべき制御ルールは、6つのサブルールから構成される。このうちサブルール A_3 、 B_3 、 C_3 は、基本的に第1速段のときのサブルール A_1 、 B_1 、 C_1 と同一であり、その目標車両駆動トルク T_{D^*} の値、目標回転速度 N_{e^*} の値、及び許容範囲内の閾値のみが第3速段用に設定される。

サブルール $D_3 \sim F_3$ が路面勾配を考慮したサ

— 28 —

(3)は、

$$R(3) = A_3 \text{ and } B_3 \text{ and } C_3$$

$$\text{or } \{ D_3 \text{ and } E_3 \text{ and } F_3 \}$$

として表わされ、この制御ルール $R(3)$ を総合的に満たす度合 $\tau(3)$ は、次式のように表わされる。

$$\tau(3) = \max \{ (\tau_{A3} \times \tau_{B3} \times \tau_{C3}), (\tau_{D3} \times \tau_{E3} \times \tau_{F3}) \} \cdots \cdots 103$$

なお、この103式にあつては、「and」を代数積、「or」をマキシマム演算と定義していたが、「フアジー工学」における他の定義を用いてもよい。例えば「and」をミニマム演算と定義するようにしてもよい。

≪第4速段とするときに満たすべき

制御ルール $R(4)$ ≫

第4速段とするときには、前述したサブルール A_4 、 B_4 、 C_4 (第4速段に対応した目標値あるいは閾値に変更)の他に、「第3速段(あるいは第2速段)から第4速段へのアツプシ

フトを行うときには、路面勾配 α が大でないときにのみ行う」という趣旨のサブルールを加える。このサブルールは次のようにして構成することができる。

サブルール G_4 ：[路面勾配 α が大でない]

この路面勾配 α が大でないことを示すメンバシップ関数は第14図にて用いられたものと同様のものを使用することができる。

変速段を第4変速段とするときの制御ルール $R(4)$ は、

$R(4) = A_4 \text{ and } B_4 \text{ and } C_4 \text{ and } G_4$
として表わされ、この制御ルール $R(4)$ を総合的に満たす度合 $\mu(4)$ は、次式のようにして表わされる。

$$\mu(4) = \mu A_4 \times \mu B_4 \times \mu C_4 \times \mu G_4 \times \dots \times 104$$

ステップ110、112、114、116において、 $\mu(i)$ 、即ち $\mu(1) \sim \mu(4)$ がそれぞれ順に求まった場合、ステップ118において $\mu(i)$ の最大値が確認され、この $\mu(i)$ の最大

値 $\mu(j)$ に相当する変速段 j に変速が実行されることになる。

以上のようにして、ファジー工学を応用した論理演算によつて変速段を決定した場合は、個々のサブルールの決定の如何により、それぞれのサブルールが持つ特有のファジー度をよりの確に把握することができ、検出センサとしてそれほど高精度のものが要求されない上にむしろドライバの要求にマッチした結果を得ることができる。

特に、この実施例においては、路面勾配が車両加速度とエンジン出力(車両駆動トルク)とによつて推定されているため、特に新たなセンサを必要とせず、又、この路面勾配を特定の変速段やアクセル開度とのバランスにおいて考慮しているため、適切なシフトあるいはシフト抑制が実行され、山間地等において充分なエンジンプレーキが効かなかつたり、あるいは頻繁にシフトが繰返されてしまうというような不具合を防止することができるようになる。

【発明の効果】

— 31 —

以上説明した通り本発明によれば、運転者の意思に非常に近い形で路面勾配まで考慮した良好な変速制御ができるようになるという優れた効果が得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例が適用された車両用エンジン及び自動変速機の全体概略図、

第2図は、マイクロコンピュータの入出力関係を示すブロック図、

第3図は、制御系の概略ブロック図、

第4図は、制御系の他の例を示す概略ブロック図、

第5図は、制御系において実行される制御フローを示す流れ図、

第6図は、アクセル開度と目標車両駆動トルクとの関係を示す線図、

第7図は、エンジントルクとエンジン回転速度及び吸気管圧力との関係を示す線図、

第8図は、目標車両駆動トルクを出力できる度合を示すメンバシップ関数を表わした線図、

— 32 —

第9図は、目標エンジン回転速度 N_{e^*} を満たす度合を示すメンバシップ関数を表わした線図、

第10図は、目標車両馬力から目標エンジン回転速度 N_{e^*} を求める際のマップの例を示す線図、

第11図は、エンジン回転速度 N_e が許容範囲にある度合を示すメンバシップ関数を表わした線図、

第12図は、変速段が第4変速段を満たす度合を示すメンバシップ関数を表わした線図、

第13図は、アクセル開度が全開である度合を示すメンバシップ関数を表わした線図、

第14図は、路面勾配が大きいかな否かを求める際のメンバシップ関数を表わした線図、

第15図は、従来の変速マップの例を示す線図である。

1…自動変速機、

2…クラッチ、

3…エンジン、

$R(1) \sim R(4)$ …第1変速～第4変速の制御ルール、

— 33 —

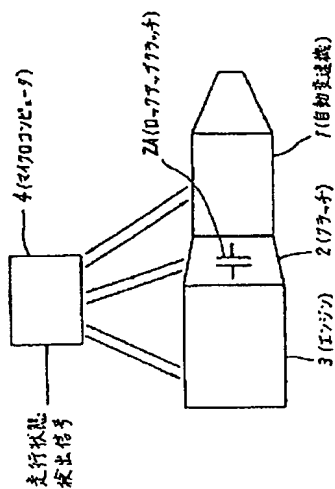
— 34 —

$r(1) \sim r(4) \dots$ 制御ルール $R(1) \sim R(4)$ の満たされる度合、
 $r(j) \dots r(1) \sim r(4)$ のうちの最大値。

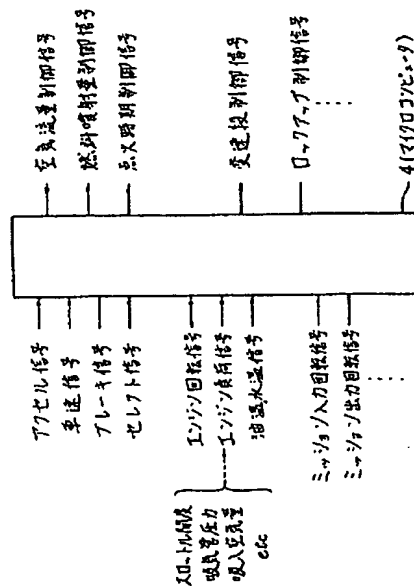
代理人 牧 野 剛 博
 高 矢 諭
 松 山 圭 佑

- 35 -

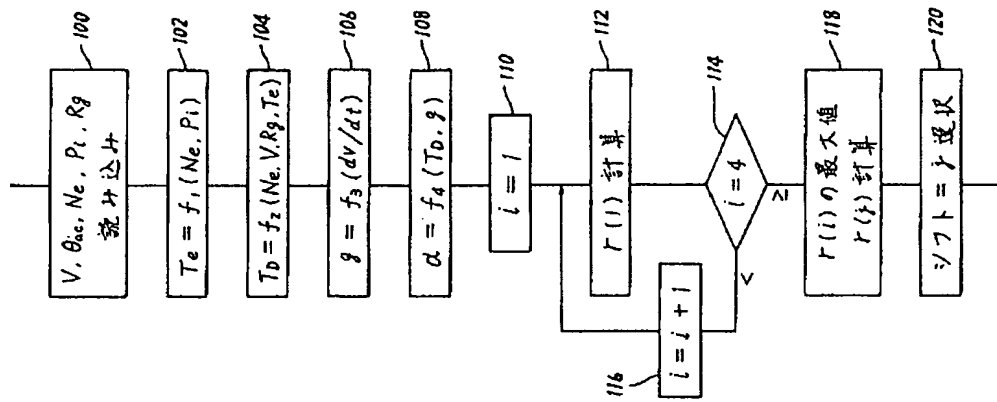
第 1 図



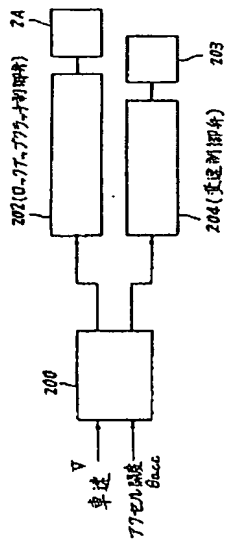
第 2 図



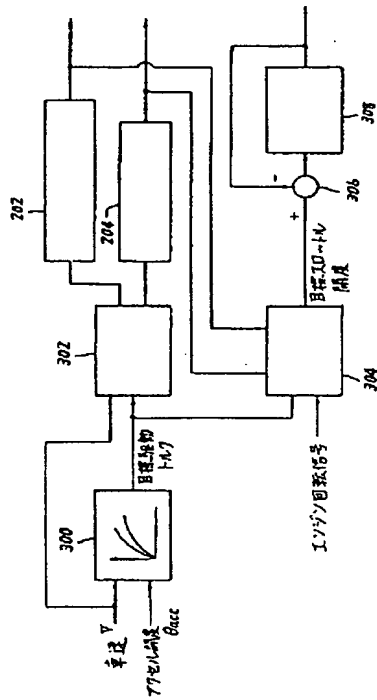
第 5 図



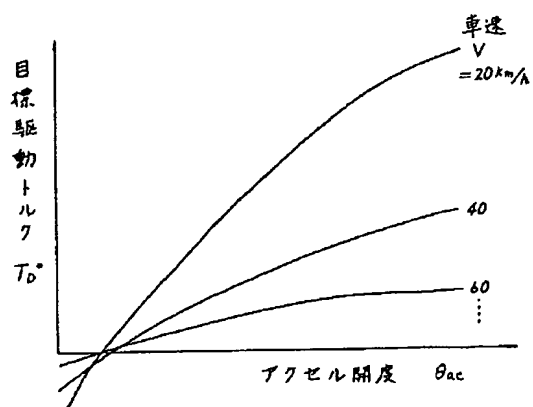
第 3 図



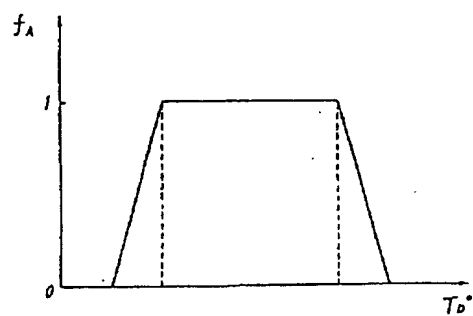
第 4 図



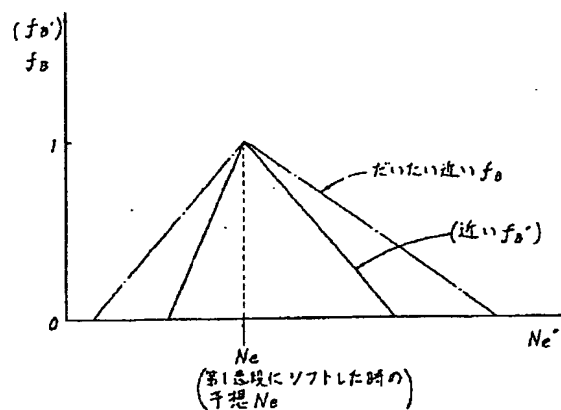
第 6 図



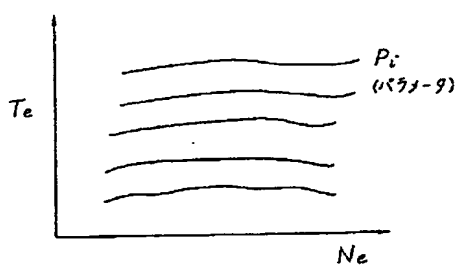
第 8 図



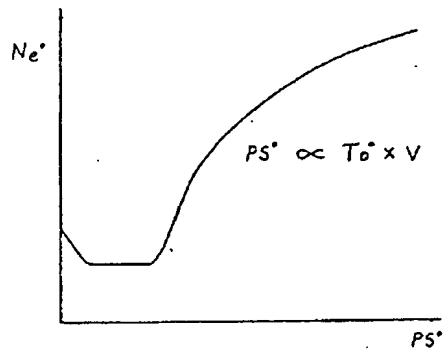
第 9 図



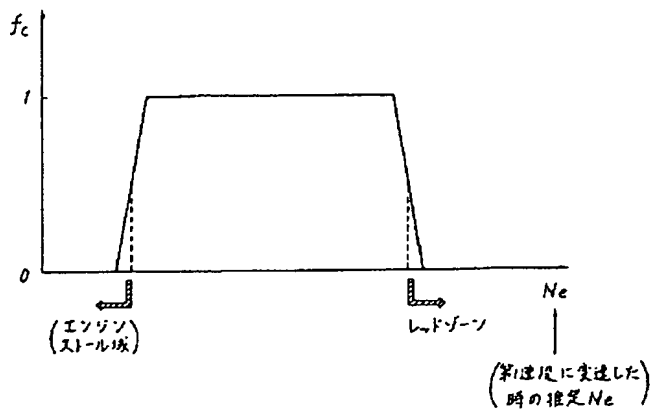
第 7 図



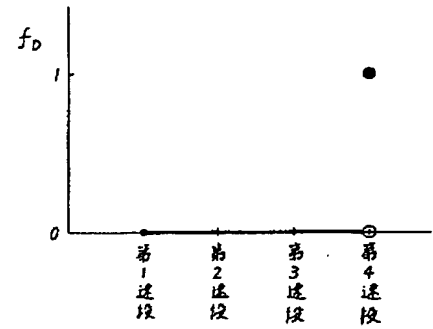
第 10 図



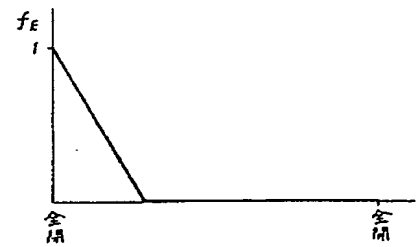
第 11 図



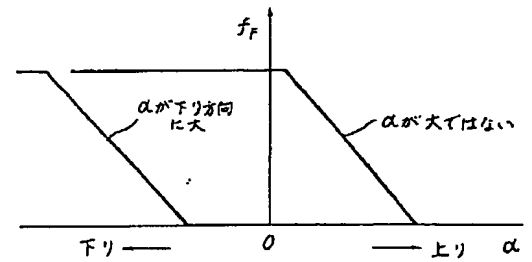
第 12 図



第 13 図



第 14 図



第 15 図

